资源约束下的内生经济增长与可持续发展

□ 王桂明

(厦门大学经济学院　福建·厦门　361005)

摘　要　本文利用 Arrow(1962)与 Romer(1986)的"干中学"内生经济增长模型,将包含环境因素的资源纳入生产函数,讨论资源利用与人均消费在长期增长过程中的相互关系和模型的稳定增长解,以及在考虑了资源消耗的负效用下的经济可持续发展的政策含义。

关键词　资源约束　内生经济增长　可持续发展

中图分类号:F06　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1672-8149(2006)21-1235-03

一、引言

资源在经济增长中的作用是毋庸置疑的。早在古典经济学时期,经济学家就非常关注自然资源在经济增长中的作用。古典时期的经济学家不仅认识到了促进增长的积累、分工等因素,而且强调土地在经济增长中的作用。无论是李嘉图还是马尔萨斯,都注意到了土地资源的有限性,并且基于这种有限性而得到的边际收益递减规律是解释经济增长存在稳定状态或者极限的关键。正是由于土地上的投入会产生递减,才导致资本积累停止,从而经济停止增长。在李嘉图的解释中,土地质量下降是导致递减的最关键性因素。从这一意义上讲,古典增长理论中已经涉及到了资源耗竭问题。

但是也应该看到,李嘉图等人对经济增长的分析存在着明显的缺陷,那就是对技术水平的提高缺乏认识,忽略了技术进步的作用,从而也就不可能解释技术的演进。事实上,正是技术进步使得土地上的产出维持了人类的生存。李嘉图等人的模型并没有得到更多的经验支持。

当经济增长理论发展到新古典增长阶段时,经济学家更多地关注长期中技术进步对资源耗竭的抵消作用,但新古典经济增长理论将经济增长的动力归为无法解释的外在技术进步,因此,以往的可持续增长研究并没有揭示出经济可持续增长的内在机制。内生经济增长理论克服了新古典增长模型将增长动力归为无法解释的外在技术进步之不足,以 Romer、Lucas、Grossman and Helpman 等一批新增长经济学家为主要代表,通过运用"干中学"(learn by doing)模型、人力资本积累、R&D 理论等将技术进步内生化,从而很好地刻画了经济持续增长的内生机制。但是以内生增长理论为代表的新增长理论,目前还未将资源约束有效地纳入经济增长模型。内生增长模型一旦与资源约束相结合,就可能给出可持续增长方式的最新描述。

二、基本模型和原理

Romer 借用 Arrow"干中学"模型的框架,通过假设知识积累是投资的副产品来消除生产要素报酬递减的趋势。其关键假设有两个:一是干中学要靠每个企业的投资来获得,即一个增加了物质资本的企业同时学会了如何更有效的组织和进行生产,经验对生产率的这一正向影响被称为"干中学";二是每个企业的知识都是公共品,任何其他企业均可无成本地获得,这就是所谓的'知识外溢'效应,并且假设知识积累在整个经济范围存在溢出效应。但正如上所述,这个模型中没有考虑资源因素,因此,我们在 Romer 模型中引入资源因素,讨论如何在资源约束之下实现经济的可持续增长。

资源,包括不可再生和可再生资源。对于不可再生资源(可耗竭资源),由于其不具备可持续力,因此实际上不可能实现可持续利用,它早晚会耗尽,会枯竭,我们所能做的只是尽可能延缓其耗竭速度,使得人们有足够的时间去寻

求新的替代资源，避免由于某种重要的不可再生资源的枯竭而影响经济的可持续增长和社会的可持续发展。而再生资源由于其再生性，有可能实现可持续利用，但前提是人类对它的开发利用必须适度，使其存量保持在一定阈值内。一旦存量低于阈值，可再生资源会部分或全部丧失其再生能力。环境自身具备再生能力，即生态系统的恢复（或净化）能力，因此，可将环境纳入可再生资源加以讨论。

假定生产函数是劳动附加型的 Cobb-Douglas 型且规模报酬不变（为书写方便省略时间下标），则有：

$$Y=F(K,A,L,E)=K^{\alpha}(A,L)^{\beta}E^{\gamma} \quad (1)$$

其中，A_i 为生产技术系数，α、β和γ分别为资本、劳动和资源的产出弹性，它们满足条件：$0<\alpha,\beta,\gamma<1$ 且 $\alpha+\beta+\gamma=1$，即要素满足报酬递减，生产函数规模报酬不变。

假设技术进步是资本存量的递增函数，且知识积累对技术进步的影响表示为：

$$A_i=BK^{\varphi}$$

其中，B 为常数，φ＞ 0 反映了溢出效应中资本的边际产量的大小。

容易看出，虽然（1）式表示的生产函数对 K，AL，E 而言是规模报酬不变的，但对 K，L，E 而言是规模报酬递增的[①]，这正是“干中学”和“知识外溢”效应的体现。对（1）式两端同除以 L 并整理，可得生产函数的密集形式为：

$$y=Ak^{\alpha+\varphi\beta}L^{\varphi\beta}e^{\gamma} \quad (2)$$

式中，$y=\frac{Y}{L},k=\frac{K}{L},e=\frac{E}{L}$ 分别为 t 时刻经济系统的人均产出，人均资本存量，人均资源投入。

设劳动力 L 的增长率为 n，即：$g_L=\frac{\dot{L}}{L}=n$。设 t 时刻人均消费为 c，资本折旧率为δ，则：

人均资本变化率满足：

$$\dot{k}=y-c-(n+\delta)k=Ak^{\alpha+\varphi\beta}L^{\varphi\beta}e^{\gamma}-c-(n+\delta)k \quad (3)$$

人均资源存量 T 变化率满足：

$$\dot{T}=(\varepsilon-n)T-e \quad (4)$$

其中ε＞ 0 为资源的自然再生率；

假定经济社会的效用函数为：

$$U(c,T)=\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}-\frac{T^{1+\omega}-1}{1+\omega}$$

其中，U（c，T）表示每时刻的即时效用函数；σ为相对风险回避系数，是任意两时点消费之间替代弹性的倒数；ω＞ 0 为环境意识参数，$\frac{T^{1+\omega}-1}{1+\omega}$ 可解释为使用资源引起环境污染而带来的负效用。

于是，社会计划者的动态最优化问题为：

$$Max\int_0^{\infty}e^{-(\rho-n)t}U(c,T)dt$$

$$s.t \quad \dot{k}=Ak^{\alpha+\phi\beta}L^{\phi\beta}e^{\gamma}-c-(n+\delta)k$$

$$\dot{T}=(\varepsilon-n)T-e$$

Barro and Sala-i-Martin 总结了从 80 年代中期到 90 年代初新增长理论的研究成果，现代增长理论的一个重要研究发现：多数国家的长期增长过程具有稳态的特征（steady state），即长期增长过程中所有人均变量的增长率都是常数。这一发现使得在假设增长具有稳态时，数学处理很方便，否则，面对复杂的非线性微分方程将不会得出明确的结论，因此下面假设长期增长为稳态的。该动态优化问题可以利用庞特里亚金极大值方法处理，因此，最优增长路径的现值 Hamilton 函数为：

$$H=U(c,T)+\lambda_1(AK^{\alpha+\varphi\beta}L^{\varphi\beta}e^{\gamma}-c-(n+\delta)k)z+\lambda_2((\varepsilon-n)T-e)$$

控制变量为 c，e；状态变量为 k，T。

最大化 H 的一阶条件为：

$$c^{-\alpha}=g_{\lambda_1} \quad (5)$$

$$\lambda_1\gamma AK^{\alpha+\varphi\beta}L^{\varphi\beta}e^{\gamma-1}=\lambda_2 \quad (6)$$

欧拉方程为：

$$\dot{\lambda}_1=(\rho-n)\lambda_1-\lambda_1[(\alpha+\phi\beta)Ak^{\alpha+\phi\beta-1}L^{\phi\beta}e^{\gamma}-(n+\delta)] \quad (7)$$

$$\dot{\lambda}_2=(\rho-n)\lambda_2+T^{\omega}-\lambda_2(\varepsilon-n) \quad (8)$$

横截性条件为：

$$\lim_{t\to\infty}\lambda_1 ke^{-(\rho-n)t}=0,\quad \lim_{t\to\infty}\lambda_2 Te^{-(\rho-n)t}=0$$

由（5）式和（7）式可得：

$$g_c=\frac{\dot{c}}{c}=\frac{1}{\sigma}[(\alpha+\phi\beta)Ak^{\alpha+\phi\beta-1}L^{\phi\beta}e^{\gamma}-\delta-\rho] \quad (9)$$

由（9）式可以看出，资源的耗竭性和保护环境的意识决

定了长期中 $e\to0$，而为了能够实现可持续消费的增长，要求消费的增长率在 $t\to\infty$ 时有 $g_c\geq0$。在 $e\to0$ 的条件下，这要求 $k^{\alpha+\varphi\beta-1}L^{\varphi\beta}\to\infty$，则持续消费的前提要求 $\alpha+\varphi\beta-1>0$，即 $\alpha+\varphi\beta>1$。$\alpha+\varphi\beta>1$ 的条件对可持续消费的可能性具有明显的意义。由于 φ 的大小反映了溢出效应中资本的边际产量的大小，因此这一条件说明，只有当溢出效应足够强时，持续的消费才有可能出现。从数值上来看，知识溢出效应不仅要抵消资本边际产量递减，而且要抵消资源的折耗所出现的递减现象，否则持续的消费是不可能的，从而会出现资源耗竭的灾难。

下面我们在 $\alpha+\varphi\beta>1$ 的条件下考察经济实现持续稳定增长的可能性及其相关路径。

由于稳态增长中各人均变量的增长率为常数，利用(3)－(8)式可得：

$$\begin{cases} -\sigma g_c = g_{\lambda_1} & (10)\\ g_{\lambda_1}+(\alpha+\phi\beta)g_k+\phi\beta g_L+(\gamma-1)g_e = g_{\lambda_2} & (11)\\ (1-\alpha-\phi\beta)g_k-\phi\beta g_L=\gamma g_e & (12)\\ g_c=g_k & (13)\\ g_e=g_T & (14)\\ \omega g_T=g_{\lambda_2} & (15)\\ g_L=n & (16) \end{cases}$$

联立以上方程，求得最优增长路径上各经济变量的稳态增长率：

$$g_c=g_k=\frac{\phi\beta n(1+\omega)}{(1+\omega)(1-\alpha-\phi\beta)+(\sigma-1)\gamma} \qquad (17)$$

$$g_e=g_T=\frac{(1-\sigma)}{(1+\omega)}g_c \qquad (18)$$

由(2)式和(12)式得：

$$\begin{aligned} g_y &= (\alpha+\phi\beta)g_k+\phi\beta g_L+\gamma g_e \qquad (19)\\ &= (\alpha+\phi\beta)g_k+\phi\beta n+\gamma\frac{(1-\alpha-\phi\beta)g_k-\phi\beta n}{\gamma}\\ &= g_k \end{aligned}$$

根据(17)－(19)式，当 $(1+\omega)(1-\alpha-\varphi\beta)+(\sigma-1)\gamma>0$ 时，$g_y=g_c=g_k>0$，即沿着最优增长路径，产出、消费以及资本积累无限制增长是可持续的，由于 $1-\alpha-\varphi\beta<0$，故前提条件为 $\sigma-1>0$ 即 $\sigma>1$;并且，要使环境得到改善，资源得以可持续利用，则人均资源投入 e 具有负增长即 $g_e<0$，由(18)式得 :$\sigma>1$;所以，$\sigma>1$ 是经济可持续发展和资源可持续利用的必要条件。

同样，为了分析相对风险回避系数、衡量知识外溢效应的和环保意识参数对稳态经济增长率的影响，通过对(17)式关于这些参数求偏导数，得：

$$\frac{\partial g_c}{\partial\sigma}=-\frac{\phi\beta n(1+\omega)\gamma}{\left[(1+\omega)(1-\alpha-\phi\beta)+(\sigma-1)\gamma\right]^2}<0$$

$$\frac{\partial g_c}{\partial\phi}=\frac{\beta n(1+\omega)\left[(1+\omega)(1-\alpha-\phi\beta)+(\sigma-1)\gamma\right]+\phi n\beta^2(1+\omega)^2}{\left[(1+\omega)(1-\alpha-\phi\beta)+(\sigma-1)\gamma\right]^2}>0$$

$$\frac{\partial g_c}{\partial\omega}=\frac{\phi\beta n\left[(1+\omega)(1-\alpha-\phi\beta)+(\sigma-1)\gamma\right]+\phi\beta n(1+\omega)(\alpha+\phi\beta-1)}{\left[(1+\omega)(1-\alpha-\phi\beta)+(\sigma-1)\gamma\right]^2}>0$$

这表明 :变大，消费者越不愿意其消费随时间变动，稳态增长率将降低 ;变大，即知识外溢效应越大，将促进长期经济增长 ;变大，即消费者的环保意识越强，稳态增长率将提高。

三、结论

本文在罗默的内生增长理论的基础上，我们引入资源进行扩展分析，发现知识积累的溢出效应对经济增长的可持续性来说是必要的，当资本和可耗竭资源可以相互替代但非完全替代时，知识生产带来的溢出效应必须足够大，以至于可以抵消资本的边际产量递减和可耗竭资源的折耗，资源可耗竭条件下持续增长才有可能。因此，为了能够实现经济社会的可持续增长，就必须保证有知识积累的溢出。

另外，对于社会计划者来说，通过普及和加强全民的环境保护意识和可持续发展意识，有利于可持续发展目标的实现，维持一个长期的经济增长态势。

注释：

①$F(\lambda K,\lambda A_iL,\lambda E)=\lambda F(K,BK^{\varphi}L,E)<F(\lambda K,B(\lambda K)^{\varphi}\lambda L,\lambda E)=\lambda F(K,\lambda^{\varphi}BK^{\varphi})L,E),\lambda>1$

参考文献：

[1][美]戴维 罗默.高级宏观经济学.商务印书馆.1999.

[2]王海建.资源约束、环境污染与内生经济增长.复旦学报(社会科学版).2000.(1).

[3]刘凤良，郭杰.资源可耗竭、知识积累与内生经济增长.中央财经大学学报.2002.(11)

[4]彭水军，包 群，赖明勇.环境污染、内生增长与可持续发展.第五届中国经济学年会论文:资源与环境经济学、发展经济学.

[5] Barro R J. Sala-i-Martin X. Economic growth. McGraw Inc.1995.